

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
11 DE 3726518 C2

21 Aktenzeichen: P 37 26 518.0-45
22 Anmeldetag: 10. 8. 87
43 Offenlegungstag: 9. 3. 89
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 1. 6. 89

51 Int. Cl. 4:
C25 D 7/06
C 25 D 3/12
C 25 D 5/12
C 21 D 9/46
C 22 C 38/00

1

DE 3726518 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Hille & Müller, 4000 Düsseldorf, DE

74 Vertreter:

Stenger, A., Dipl.-Ing.; Watzke, W., Dipl.-Ing.; Ring,
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 4000 Düsseldorf

72 Erfinder:

Junkers, Dieter, Dr.-Ing., 4190 Kleve, DE; Schmidt,
Ferdinand, 4000 Düsseldorf, DE; Ferenczy, Nikolaus,
Dr.-Ing., 5657 Haan, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 25 22 130
DE-OS 31 12 919
DE-OS 27 18 285
DE-OS 26 42 666
DE-OS 24 17 952
DE-OS 22 43 339
DE-OS 21 34 457
DE-OS 20 60 120
DE-OS 20 48 209
DE-OS 14 21 999

54 Kaltband mit elektrolytisch aufgebrachtener Nickelbeschichtung hoher Diffusionstiefe und Verfahren zur
Herstellung des Kaltbandes

DE 3726518 C2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kaltband aus Stahl mit elektrolytisch aufgebrachtener Nickel- und Cobaltbeschichtung. Derartige Kaltbänder werden auf den verschiedensten Anwendungsgebieten eingesetzt, wo neuzzeitliche Fertigungsverfahren an den Werkstoff in bezug auf mechanische Eigenschaften, Oberfläche, Verarbeitbarkeit und dgl. hohe Ansprüche stellen, die nur von kaltgewalzten Erzeugnissen zu erfüllen sind. Kaltband gemäß DIN 1 624 hat nach der Kaltverformung durch entsprechende vorbereitete Walzen glatte, dichte und glänzende oder gleichmäßig schwach aufgeraute Oberflächen. Kaltband ist in der Oberflächenart *RP* und *RP G* poren- und rissfrei, so daß es ohne Probleme oberflächenveredelt, insbesondere vernickelt werden kann. Ein tiefziehfähiges Kaltband mit elektrolytisch aufgetragener Nickelbeschichtung ist daher bekannt.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden im Bereich der Bandgalvanisierung grundsätzlich dünnere galvanische Beschichtungen angewendet, als sie bei der Stückgalvanisierung üblich sind. Durch geeignete Maßnahmen, wie Abschirmungen der Anode, Flutung, Einsetzen von perforierten Platten vor den Anoden ist es erreichbar, daß die Abscheidungen in gleichmäßiger Schichtstärke erfolgen und Schichtstärkenunterschiede auf ein Minimum reduziert werden. Nachteilig ist aber, daß die dünneren Schichten eine geringere Korrosionsbeständigkeit haben als dickere galvanische Schichten. Darüber hinaus ist nachteilig, daß das kaltgewalzte Band oder kaltgewalzte und galvanisierte Bänder beim Glühen im geschlossenen Coil eine "Klebneigung" hat bzw. haben. Bevorzugt entstehen solche Klebestellen beim Kaltwalzen von kohlenstoffarmem Kaltband, dessen Oberfläche eine minimale Mikrorauigkeit aufweist. Nach dem Aufwickeln und der Wärmebehandlung bilden sich sporadisch oder großflächig und kontinuierlich Klebestellen, wo die aufeinanderliegenden Flächen hartnäckig und schwer trennbar aneinander haften. Beim Abwickeln von Abhaspel erfolgt ein Trennen/Aufreißen der Klebestellen, wodurch die hochwertige Oberfläche beschädigt oder zerstört wird. Außerdem können durch die Klebestellen, neben der Ausschulbildung, erhebliche Betriebsstörungen entstehen.

Im Rahmen der Herstellung von Kaltband ist es ferner bekannt, die galvanisch vernickelten Bänder vor der Weiterverarbeitung einer Wärmebehandlung zu unterziehen, um die Umformbarkeit des Verbundsystems Band plus Beschichtung zu erhöhen. Bei dieser thermischen Behandlung diffundiert das abgeschiedene Nickel in das Grundmetall hinein. Die Diffusionsgeschwindigkeit ist nachteiligerweise relativ niedrig und das Verfahren ist zeitraubend und teuer, wenn gewisse Diffusionstiefen und die Bildung von bestimmten Mischkristallen angestrebt werden.

Aus der DE-OS 22 43 339 ist ein Verfahren zur Vorbehandlung von Bändern und Blechen aus Stahl für die Einsichthemallierung bekannt. Die Bänder und Bleche werden nach dem Kaltwalzen elektrolytisch entfettet, anschließend gespült, in Schwefelsäure dekapiert und abschließend mit einer elektrolytisch aufgetragenen Nickel- und/oder Cobaltschicht versehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Meidung der oben genannten Nachteile ein galvanisiertes Kaltband und ein Verfahren zu seiner Herstellung zu entwickeln, welches keine Klebeneigung besitzt, gut umformbar ist, hohe Diffusionstiefen der Beschichtung und günstiges Korrosionsverhalten aufweist, in seinem

elektrochemischen Verhalten verbessert ist und wirtschaftlich herstellbar ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Nickelschicht eine Stärke von 1 µm bis 6 µm aufweist und die elektrolytisch aufgetragene Cobaltschicht mit einer Stärke von 0,01 µm bis 1,0 µm trägt, wobei das Kaltband abschließend nach der Beschichtung mit einer Temperatur zwischen 580°C und 710°C wärmebehandelt ist. Ein derartig beschichtetes und wärmebehandeltes Kaltband neigt überraschenderweise nicht mehr zum Kleben und zeigt ein wesentlich günstigeres Korrosionsverhalten als die nur vernickelten Bänder, die die gleiche Gesamtschichtstärke aufweisen. Das elektrochemische Verhalten des erfindungsgemäßen Kaltbandes weist hinsichtlich Aktivität, Polarisierbarkeit und Elektrodenpotential wesentlich günstigere Werte auf als die nur vernickelten Bänder. Nickelbeschichtung, Cobaltbeschichtung und Wärmebehandlung ergänzen sich kombinatorisch zur Erzielung eines über die Summenwirkung hinausgehenden Gesamteffekts, da ein Verbundmaterial geschaffen wird, welches bei qualitativ hochwertigen Eigenschaften wirtschaftlich erzielbar ist. Bei der thermischen Behandlung entsteht eine wesentlich höhere Diffusionsgeschwindigkeit, wodurch qualitativ bessere Umformbarkeit des Verbundsystems wirtschaftlicher erreicht wird und wobei das Eindringen der Überzugsmetalle in das Grundmaterial durch Diffusion eine Tiefe zeigt, die das Mehrfache der Überzugsdicke (einschließlich Nickel-Schicht) ausmacht. Trotz der außerordentlich dünnen Cobaltbeschichtung wird ein hoher technischer und wirtschaftlicher Gesamterfolg erzielt.

Die weitere Patentliteratur beschreibt als bekannt die Cobaltabscheidung für verschiedene Aufgaben mit unterschiedlichen Verfahrensgängen, jedoch enthält sie keine Lehre, die gleiche Zielsetzung und Lösungswege, wie die vorliegende Erfindung beschreibt.

Die DE-OS 14 21 999 beschreibt die Cobaltbeschichtung von Magnetbändern, die aus Kunststoff bestehen.

Die DE-OS 20 48 209 begehrt Patentschutz für die Herstellung von glänzenden Co-Schichten mit organischen Zusätzen, vorzugsweise in niedrigen Stromdichtebereichen (< 0,5 A/dm²).

Die DE-OS 20 60 120 beschreibt die Co-Abscheidung aus jodidhaltigen Elektrolyten.

Die DE-OS 21 34 457 erwähnt vier Zusätze, die die Co-Abscheidung auch in Anwesenheit von Zn-Verunreinigungen ermöglichen.

Die DE-OS 24 17 952 beschreibt die Co-Abscheidung (hauptsächlich Co-Legierungen) mit Zusätzen von Man- nit, Sorbit etc.

Die DE-OS 25 22 130 patentiert die Abscheidung von seidenmatten Ni-Co-Legierungen mit Hilfe von Polysiloxan-Polyoxialkylen-Blockpolymere.

Die DE-OS 26 42 666 beschreibt die hochglänzende Co- und Ni-Co-Legierungsabscheidung, um Ni zu sparen.

Die DE-OS 27 18 285 hat ähnliche Zielsetzung wie die DE-OS 26 42 666.

Die DE-OS 31 12 919 beschreibt die Anwendung von Co-, Co-Legierungsschichten für die bessere Haftung der darauf folgenden Aluminium-Abscheidung.

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ist das Grundmaterial ein kohlenstoffarmes Stahlband, welches eine Nickelschicht von 1,5 bis 5 µm Stärke und eine Cobaltschicht von 0,1 bis 0,5 µm Stärke trägt, wobei die abschließende Wärmebehandlung bei einer Temperatur zwischen 600°C und je nach Stahlsorte 710°C

durchgeführt ist. Vorzugsweise beträgt die Stärke der aufgetragenen Nickelschicht 2 µm und die Stärke der aufgetragenen Cobaltschicht 0,1 µm.

Zweckmäßigerweise ist das Grundmaterial des Kaltbandes durch ein ferritisches Gefüge mit eingelagertem Zementit bei mittleren Korngrößen zwischen 17,0 und 12,0 µm gekennzeichnet, wobei der Stahl 0,001 bis 0,070% C, 0,170 bis 0,350% Mn, 0,005 bis 0,020% P, 0,005 bis 0,020% S, 0,030 bis 0,060% Al, 0,0015 bis 0,0070% N, 0,003 bis 0,006% B oder anstelle des Bors oder zusätzlich 0,005 bis 0,15% Ti, Rest Eisen mit den üblichen Verunreinigungen enthält (Sämtliche Angaben in Gew.-%). Vorzugsweise weist das Grundmetall eine Stahlanalyse mit

C 0,030—0,060%
Mn 0,200—0,250%
P 0,005—0,020%
S 0,005—0,015%
Al 0,030—0,060%
N 0,0015—0,0070%
Ti 0,005—0,015%,
Rest Eisen mit den üblichen Begleitelementen

auf. Nach dem Tiefziehen werden aufgrund des sehr feinen Korndurchmessers glatte Oberflächen erzielt. Die Zusammensetzung des Stahls ist insbesondere wesentlich, um die globulare Form des Korns und die oben angegebene Korngröße über die gesamte Ringlänge im Kaltband auch in den Anfangs- und Endbereichen zu erreichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des oben beschriebenen Kaltbandes ist dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial ein Warmband einer Stärke von 1,8 bis 2,8 mm verwendet wird, das Warmband mit oder ohne Zwischenglühe mit derart abgestimmten Abwalzgraden kaltgewalzt wird, daß eine relative Zipfelhöhe von maximal 3% bei einer Endstärke nach dem Kaltwalzen zwischen 0,10 und 0,70 mm erreicht wird, daß das Kaltband anschließend elektrolytisch im alkalischen Entfettungsbad bei einer Temperatur von 50 bis 70°C, einer Stromdichte von 5 bis 60 A/dm² 5 bis 30 Sek. lang mit oder ohne Umpolung entfettet wird, daß nach einem Spülvorgang in 50 bis 20 Gew.-% Schwefelsäure 3 bis 8 Sek. lang dekapiert wird, darauf elektrolytisch bei einer Temperatur von 50 bis 80°C, bei einer Stromdichte von 5 bis 70 A/dm² und bei einem pH-Wert von 3,5 bis 3,8 vernickelt wird, daß nach einem Spülvorgang hierauf elektrolytisch eine Cobaltschicht bei einer Temperatur von 50 bis 70°C, bei einer Stromdichte von 5 bis 30 A/dm² und einem pH-Wert von 3,0 bis 3,5 abgeschieden wird und schließlich nach einem Spülen und Trocknen des Kaltbandes eine thermische Glühbehandlung in einer Schutzgasatmosphäre bei einer Temperatur von 580°C bis 710°C durchgeführt wird. Das derart erhaltene Kaltband weist keine Klebeneigung auf, zeichnet sich durch einen durch chronoamperometrische Messungen wahrnehmbaren Stromfluß wesentlich höherer Größenordnung als bekannt aus und ist durch die dünne Beschichtung mit teurem Cobalt außerordentlich wirtschaftlich. Bei der Wärmebehandlung dringt durch Diffusion Nickel und Cobalt tief in das Grundmaterial ein.

Mit Vorteil können zur elektrolytischen Abscheidung von Nickel und Cobalt folgende Elektrolytzusammensetzungen verwendet werden:

Nickelabscheidung

NiSO₄ · 6 H₂O
Cl (als NiCl₂ · 6 H₂O)
Borsäure

Elektrolytzusammensetzung

150—300 g/l
15—30 g/l
40—42 g/l

Cobaltabscheidung

CoSO₄ · 7 H₂O
CoCl₂ · 6 H₂O
NaCl
Borsäure

Elektrolytzusammensetzung

300—350 g/l
40—60 g/l
15—25 g/l
40—42 g/l

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile des Gegenstandes der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung vierer Beispiele:

1.1 Grundmaterial (Stahlanalyse)

Zusammensetzung A

C 0,020—0,070 Gew.-%
Mn 0,170—0,350 Gew.-%
P 0,005—0,020 Gew.-%
S 0,005—0,020 Gew.-%
Al 0,030—0,060 Gew.-%
B 0,003—0,006 Gew.-%
N < 0,0070 Gew.-%

Zusammensetzung B

C 0,030—0,060 Gew.-%
Mn 0,200—0,250 Gew.-%
P 0,005—0,020 Gew.-%
S 0,005—0,015 Gew.-%
Al 0,030—0,060 Gew.-%
Ti 0,005—0,015 Gew.-%
N < 0,0070 Gew.-%

Zusammensetzung C

C 0,020 Gew.-%
Mn 0,170 Gew.-%
P 0,005 Gew.-%
S 0,005 Gew.-%
Al 0,030 Gew.-%
N < 0,0030 Gew.-%

Zusammensetzung D

C 0,001—0,01 Gew.-%
Mn 0,150—0,200 Gew.-%
P 0,005—0,020 Gew.-%
S 0,005—0,015 Gew.-%
Al 0,030—0,060 Gew.-%
Ti 0,05—0,15 Gew.-%
N < 0,0070 Gew.-%

Textur: Ferritisches Gefüge mit eingelagertem Zementit. Die Korngröße beträgt: 17,0—12,0 µm (als mittlere Korngröße ausgedrückt), vorliegend als globulare Körner, um nach dem Tiefziehen aufgrund des sehr feinen Korndurchmessers glatte Oberflächen zu erzielen.

Entscheidend wichtig ist die Zusammensetzung des

Stahls, um diese Kornform und Korngröße über die gesamte Ringlänge auch in den Anfangs- und Endbereichen zu erzielen.

1.2 Kaltwalzen

Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen veredelten Stahlbänder geht man von 1,8–2,8 mm dickem Warmband aus. Das Warmband wird kaltgewalzt mit oder ohne Zwischenglühe, mit abgestimmten Abwalzgraden, um eine relative Zupfelhöhe von max. 3% zu erreichen. Die Enddicke nach dem Kaltwalzen beträgt 0,10–0,70 mm.

1.3 Galvanische Veredlung

1.3.1 Elektrolytisch entfetten im handelsüblichen alkalischen Entfettungsbad, bei einer Temperatur von ca. 50–70°C, bei einer Stromdichte von 5–60 A/dm², 5–30 Sekunden lang, mit oder ohne Umpolung.

1.3.2 Spülen

1.3.3 Dekapieren in 5–20 Gew.-% Schwefelsäure, 3–8 Sekunden lang.

1.3.4 Elektrolytisch vernickeln bei einer Temperatur von 50–80°C, bei einer Stromdichte von 5–70 A/dm², bei einem pH-Wert von 3,5–3,8.

Elektrolytzusammensetzung:

NiSO ₄ · 6 H ₂ O	150–300 g/l
Cl (als NiCl ₂ · 6H ₂ O)	15–30 g/l
Borsäure	40–42 g/l
Schichtstärke	ca. 1 µm

1.3.5 Spülen

1.3.6 Elektrolytische Co-Schicht auftragen bei einer Temperatur von 50–70°C, bei einer Stromdichte von 5–30 A/dm², bei einem pH-Wert von 3,0–3,5.

Elektrolytzusammensetzung:

CoSO ₄ · 7 H ₂ O	300–350 g/l
CoCl ₂ · 6H ₂ O	40–60 g/l
NaCl	15–25 g/l
Borsäure	40–42 g/l
Schichtstärke	0,01–0,8 µm

1.3.7 Spülen

1.3.8 Trocknen

1.4 Thermische Behandlung (Glühen)

Das veredelte Material wird mit einem definierten Schutzgas (mit ca. bis 100% H₂) geglüht, um eine fleckenfreie Oberfläche zu erreichen.

Die Temperatur beträgt 580–710°C je nach Stahltyp und aufgetragener galvanischer Schichtdicke. Mit der Optimierung der thermischen Behandlung bei verschiedenen Temperaturen erreicht man gezielte Diffusionstiefen.

Bei der Prüfung eines derartig hergestellten vernickelten und mit dünner Co-Schicht überzogenen und abschließend wärmebehandelten Kaltbandes wurde praktisch keine Klebeneigung mehr festgestellt. Im alkalischen Medium zeigen die Kaltbänder eine sehr gute Beständigkeit. Zur Messung des elektrochemischen Verhaltens wurden chronoamperometrische Messun-

gen durchgeführt. Diese Meßmethode basiert auf der Tatsache, daß bei einer konstanten Spannung (z. B. plus 100 mV) die Bildung einer Oxidschicht auf der Oberfläche um so schneller geschieht, je aktiver die geprüfte Oberfläche ist. Die Messung erfolgt mit dem sogenannten Dreielektrodensystem, wobei folgende Elektroden angewendet wurden:

Referenzelektrode:

10 Quecksilberoxid/Quecksilber (HgO/Hg)

Hilfselektrode:

Platindraht

Arbeitslektrode:

15 erfindungsgemäß vernickeltes, cobaltiertes und wärmebehandeltes Kaltband scheibenförmig, Fläche: 283 mm²

Elektrolyt:

35%ige Kaliumhydroxid-Lösung

Die Messung erfolgt nach Voraktivierung, die die natürliche Oxidschicht von der Oberfläche unmittelbar von der chronoamperometrischen Messung entfernt. Die angewendete Voraktivierungsspannung betrug ca. –550 mV.

Es wurde überraschend festgestellt, daß, während die nur vernickelten Arbeitslektroden ca. 8–10 µA Stromübergang zeigten, der Stromübergang bei der erfindungsgemäß aufgebauten Arbeitslektroden 80–90 mA betrug. Durch die schnelle Oxidbildung nahm der Strom sehr schnell ab und tendiert asymptotisch nach ca. 3 Minuten zu 0 mA. Bei den nur vernickelten Arbeitslektroden erreichte man den nahen 0-Wert (Strom) erst nach 15–20 Minuten.

Es wurde festgestellt, daß das in alkalischem Elektrolyten entstehende Elektrodenpotential des erfindungsgemäß hergestellten Kaltbandes mindestens zweimal solange konstant bleibt, als die nur aus vernickeltem Kaltband bestehende Elektrode.

Schließlich wurde durch metallographische Schliffe und Oberflächenanalysen mit der Glimmentladungslampe überraschenderweise festgestellt, daß die Diffusionstiefe der Überzugsmetalle Nickel und Cobalt ein Mehrfaches ausmachen, als die aufgetragene Schichtstärke. Bei einer aufgetragenen Schicht von 2 µm Nickel und 0,1 µm Cobalt ergab sich als Diffusionstiefe – Eindringen des Überzugsmetalls in das Grundmaterial Stahl – ein Wert von 5 µm. Hieraus ist erkennbar, daß ein neues Verbundmaterial besonderer Eigenschaften mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar ist.

Patentansprüche

1. Kaltband aus Stahl mit elektrolytisch aufgebrachtener Nickel- und Cobaltbeschichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Nickelschicht eine Stärke von 1 µm bis 6 µm aufweist und die elektrolytisch aufgetragene Cobaltschicht mit einer Stärke von 0,01 µm bis 1,0 µm trägt, wobei das Kaltband abschließend nach der Beschichtung mit einer Temperatur zwischen 580°C und 710°C wärmebehandelt ist.

2. Kaltband nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial ein kohlenstoffarmes Stahlband ist, welches eine Nickelschicht von 1,5 µm bis 5 µm Stärke und eine Cobaltschicht von 0,1 µm bis 0,5 µm Stärke trägt, wobei die abschließende Wärmebehandlung bei einer Temperatur zwischen 600°C und 710°C durchgeführt ist.

3. Kaltband nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

kennzeichnet, daß die Stärke der aufgetragenen Nickelschicht 2 µm und die Stärke der aufgetragenen Cobaltschicht 0,1 µm beträgt.

4. Kaltband nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial ein ferritisches Gefüge mit eingelagertem Zementit bei mittleren Korngrößen zwischen 17,0 und 12,0 µm aufweist, wobei der Stahl 0,001 bis 0,070% C, 0,170 bis 0,350% Mn, 0,005 bis 0,020% P, 0,005 bis 0,020% S, 0,030 bis 0,060% Al, 0,0015% bis 0,0070% N, 0,003 bis 0,006% B oder anstelle des Bors 0,005 bis 0,15% Ti, Rest Eisen mit den üblichen Begleitelementen enthält.

5. Kaltband nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundmaterial eine Stahlanalyse mit 0,030 bis 0,060% C, 0,200 bis 0,250% Mn, 0,005 bis 0,020% P, 0,005 bis 0,015% S, 0,030 bis 0,060% Al, 0,0015 bis 0,0070% N, 0,005 bis 0,015% Ti, Rest Eisen mit den üblichen Verunreinigungen, aufweist.

6. Verfahren zur Herstellung eines Kaltbandes, bei dem das Kaltband nach dem Kaltwalzen elektrolytisch entfettet, gespült, dekapiert und anschließend elektrolytisch vernickelt und elektrolytisch mit einer Kobaltschicht versehen wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial ein Warmband einer Stärke von 1,8 bis 2,8 mm verwendet wird, das Warmband mit oder ohne Zwischenglühe mit derart abgestimmten Abwalzgraden kaltgewalzt wird, daß eine relative Zipfelhöhe von maximal 3% bei einer Endstärke nach dem Kaltwalzen zwischen 0,10 und 0,70 mm erreicht wird, daß das Kaltband anschließend im alkalischen Entfettungsbad bei einer Temperatur von 50°C bis 70°C, einer Stromdichte von 5 A/dm² bis 60 A/dm² 5 bis 30 Sek. lang mit oder ohne Umpolung elektrolytisch entfettet wird, daß nach dem Spülvorgang in 50 bis 20 Gew.-% Schwefelsäure 3 bis 8 Sek. lang dekapiert wird, darauf bei einer Temperatur von 50°C bis 80°C, bei einer Stromdichte von 5 A/dm² bis 70 A/dm² und bei einem pH-Wert von 3,5 bis 3,8 elektrolytisch vernickelt wird, daß nach einem Spülvorgang hierauf die elektrolytische Abscheidung der Cobaltschicht bei einer Temperatur von 50°C bis 70°C, bei einer Stromdichte von 5 A/dm² bis 30 A/dm² und einem pH-Wert von 3,0 bis 3,5 erfolgt und schließlich nach einem Spülen und Trocknen des Kaltbandes eine thermische Glühbehandlung in einer Schutzgasatmosphäre bei einer Temperatur von 580°C bis 710° durchgeführt wird.

7. Verfahren zur Herstellung von Kaltband gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur elektrolytischen Abscheidung von Nickel und Cobalt folgende Elektrolytzusammensetzungen verwendet werden:

Nickelabscheidung	Elektrolytzusammensetzung
-------------------	---------------------------

NiSO ₄ · 6 H ₂ O	150—300 g/l
Cl (als NiCl ₂ · 6 H ₂ O)	15—30 g/l
Borsäure	40—42 g/l

Cobaltabscheidung

Elektrolytzusammensetzung

CoSO₄ · 7 H₂O

300—350 g/l

CoCl₂ · 6 H₂O

40—60 g/l

NaCl

15—25 g/l

Borsäure

40—42 g/l

THIS PAGE BLANK (USPTO)